

Metode uji perubahan panjang mortar semen- hidraulis terpapar larutan sulfat

(ASTM C1012/C1012M – 13, IDT)



© ASTM – All rights reserved

© BSN 2016 untuk kepentingan adopsi standar © ASTM menjadi SNI – Semua hak dilindungi

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun serta dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis BSN

BSN
Email: dokinfo@bsn.go.id
www.bsn.go.id

Diterbitkan di Jakarta

"This Standard is identical to ASTM C1012 / C1012-13, Standard Test Method for Length Change of Hydraulic-Cement Mortars Exposed to a Sulfate Solution , Copyright ASTM International, 100 Barr Harbour Drive, West Conshohocken PA 19428 USA. Reprinted by permission of ASTM International."

ASTM International has authorized the distribution of this translation of SNI 8320:2016, but recognizes that the translation has gone through a limited review process. ASTM neither represents nor warrants that the translation is technically or linguistically accurate. Only the English edition as published and copyrighted by ASTM shall be considered the official version. Reproduction of this translation, without ASTM's written permission is strictly forbidden under U.S. and international copyright laws.



Daftar Isi

Daftar Isi	i
Prakata	ii
Pendahuluan.....	iii
1 Ruang lingkup.....	1
2 Acuan normatif.....	1
3 Arti dan kegunaan.....	2
4 Peralatan	2
5 Pereaksi dan bahan.....	3
6 Bahaya.....	3
7 Persiapan mortar	3
8 Cetakan spesimen dan wadah perawatan awal	4
9 Prosedur	4
10 Perhitungan	6
11 Laporan.....	6
12 Presisi dan Bias	7
13 Kata kunci	7
Lampiran A1 Penentuan kadar air natrium sulfat	8
Lampiran X1 Latar belakang teknis	10
Bibliografi	13
 Tabel 1 – Rentang nilai maksimum yang diperbolehkan	 7
Tabel X1.1 – Metode A standar ini (metode rendaman air hangat) – 26 minggu	12
Tabel X1.2 – Metode B (wadah perawatan) – 26 minggu.....	12

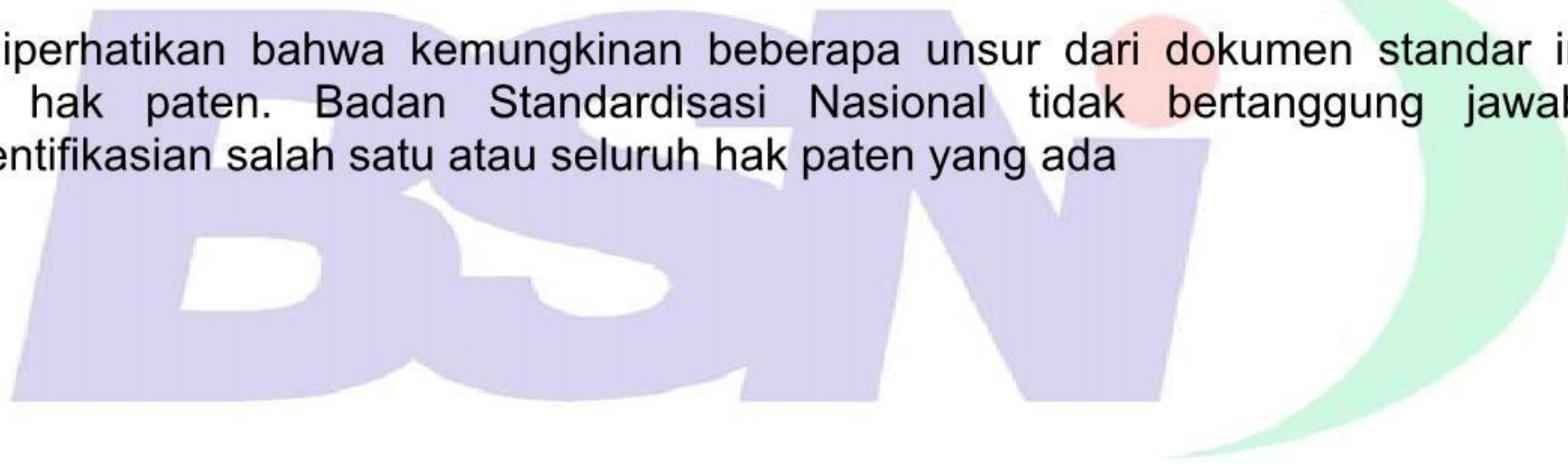
Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) 8320:2016 dengan judul “Metode uji perubahan panjang mortar semen-hidraulis terpapar larutan sulfat” merupakan adopsi identik dengan metode terjemahan dari ASTM C1012/C1012M-13, *Standard Test Method for Length Change of Hydraulic-Cement Mortars Exposed to a Sulfate Solution*. Standar ini disusun dengan maksud untuk menyediakan acuan bagi praktisi dalam bidang konstruksi, khususnya dalam penilaian ketahanan sulfat terhadap mortar yang dibuat menggunakan semen portland, semen portland campuran dengan pozolan atau slag, dan semen hidraulis campuran

Standar ini dipersiapkan oleh Komite Teknis 91-01 Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil, pada Subkomite Teknis 91-01-S4 Bahan, Sain, Struktur dan Konstruksi Bangunan melalui Gugus Kerja Bahan Bangunan. Tata cara penulisan disusun mengikuti Peraturan Kepala BSN nomor 4 tahun 2016 tentang Pedoman Penulisan Standar Nasional Indonesia dan telah dibahas dalam forum Rapat Konsensus pada tanggal 24 Juni 2014 di Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman yang melibatkan para nara sumber, pakar, dan lembaga terkait.

Apabila pengguna menemukan keraguan dalam standar ini maka disarankan untuk melihat standar aslinya yaitu ASTM C 1012-13 dan/atau dokumen terkait lain yang menyertainya.

Perlu diperhatikan bahwa kemungkinan beberapa unsur dari dokumen standar ini dapat berupa hak paten. Badan Standardisasi Nasional tidak bertanggung jawab untuk pengidentifikasian salah satu atau seluruh hak paten yang ada



Pendahuluan

Standar ini menyediakan metode penilaian ketahanan sulfat terhadap mortar yang dibuat menggunakan semen portland, semen portland campuran dengan pozolan atau slag, dan semen hidraulis campuran.

Standar ini membahas bahan-bahan dan pereaksi yang digunakan, cetakan spesimen yang diperlukan, prosedur pembuatan, perawatan, pengukuran perubahan panjang mortar, dan perhitungan perubahan panjang mortar pada beberapa umur uji.







Metode uji perubahan panjang mortar semen-hidraulis terpapar larutan sulfat

1 Ruang lingkup

1.1 Standar ini mencakup penentuan perubahan panjang batang mortar yang direndam dalam larutan sulfat. Batang mortar dibuat menggunakan mortar sebagaimana dijelaskan dalam ASTM C109/109M dirawat sampai mencapai kekuatan tekan $20,0 \text{ MPa} \pm 1,0 \text{ MPa}$ ($3000 \text{ psi} \pm 150 \text{ psi}$), diukur menggunakan kubus yang telah dibuat dari mortar yang sama, sebelum batang direndam.

1.2 Nilai-nilai dinyatakan dalam satuan SI atau satuan *inchi-pound* adalah dianggap terpisah sebagai standar. Dalam teks, satuan *metode uji-pound* ditunjukkan dalam tanda kurung. Nilai-nilai dinyatakan dalam setiap sistem tidak harus persis sama; karena itu, masing-masing sistem tidak saling bergantung satu dengan yang lain. Kombinasi nilai-nilai dari kedua sistem mungkin menghasilkan ketidaksesuaian dengan standar ini.

1.3 Standar ini tidak dipersiapkan untuk mengatasi seluruh persoalan keselamatan, jika ada, berhubungan dengan pemakaiannya. Pemakai standar ini bertanggung jawab atas hal-hal yang berhubungan dengan keselamatan dan kesehatan dan atas ketentuan yang harus diikuti dalam pemakaiannya.

2 Acuan normatif

2.1 Standar ASTM:

C109/C109M, *Test method for compressive strength of hydraulic cement mortars (using 2-in. or [50 mm] cube specimens)*

C114, *Test methods for chemical analysis of hydraulic cement*

C150, *Specification for portland cement*

C157/C157M, *Test method for length change of hardened hydraulic-cement mortar and concrete*

C215, *Test method for fundamental transverse, longitudinal, and torsional resonant frequencies of concrete specimens*

C305, *Practice for mechanical mixing of hydraulic cement pastes and mortars of plastic consistency*

C348, *Test method for flexural strength of hydraulic-cement mortars*

C349, *Test method for compressive strength of hydraulic-cement mortars (using portions of prisms broken in flexure)*

C452, *Test method for potential expansion of portland-cement mortars exposed to sulfate*

C490, *Practice for use of apparatus for the determination of length change of hardened cement paste, mortar, and concrete*

C511, *Specification for mixing rooms, moist cabinets, moist rooms, and water storage tanks used in the testing of hydraulic cements and concretes*

C595, *Specification for blended hydraulic cements*

C597, *Test method for pulse velocity through concrete*

C618, *Specification for coal fly ash and raw or calcined natural pozzolan for use in concrete*



C684, *Test method for making, accelerated curing, and testing concrete compression test specimens (with drawn 2012)*

C778, *Specification for standard sand*

C917, *Test method for evaluation of cement strength uniformity from a single source*

C989, *Specification for slag cement for use in concrete and mortars*

D1193, *Specification for reagent water*

E18, *Test methods for rockwell hardness of metallic materials*

E177, *Practice for use of the terms precision and bias in astm test methods*

E691, *Practice for conducting an interlaboratory study to determine the precision of a test method*

2.2 Dokumen American Concrete Institute:

ACI C201-2R-01, *Guide to durable concrete*

3 Arti dan kegunaan

3.1 Standar ini menetapkan metode penilaian ketahanan sulfat terhadap mortar yang dibuat menggunakan semen portland, semen portland campuran dengan pozolan atau slag, dan semen hidraulis campuran. ASTM C452 sesuai untuk mengevaluasi semen portland tetapi tidak untuk semen campuran atau semen portland campuran dengan pozolan atau slag.

3.2 Larutan standar yang dapat digunakan dalam metode uji ini, kecuali jika tidak ditetapkan, mengandung 352 mol Na_2SO_4 per m^3 (50 g/L). Konsentrasi sulfat yang lain atau sulfat lain seperti MgSO_4 dapat digunakan untuk mensimulasikan lingkungan terpapar. Penjelasan lebih lanjut dan masalah teknis lainnya diberikan dalam Lampiran X1.

4 Peralatan

4.1 *Mikser*, sesuai dengan ASTM C305.

4.2 *Cetakan kubus*, sesuai dengan ASTM C109/C109M.

4.3 *Cetakan batang*, sesuai dengan ASTM C490.

4.4 *Komparator*, sesuai dengan ASTM C490.

4.5 *Wadah* — Wadah di mana batang-batang yang direndam dalam larutan sulfat harus tahan korosi seperti plastik, kaca, atau keramik. Untuk menahan batang-batang sehingga tidak ada ujung atau sisi batang yang tidak terendam. Untuk mencegah agar larutan sulfat tidak menguap, wadah ditutup dengan segel.

4.6 *Wadah perawatan awal* — Wadah dan *risers* di mana spesimen yang dirawat harus tahan korosi dan tahan panas seperti plastik, kaca, atau keramik. Wadah harus memiliki ukuran yang sesuai untuk menyimpan spesimen, sehingga tidak ada ujung atau sisi batang atau kubus yang tidak terendam dalam wadah. Tutup pada wadah harus kedap udara, sehingga air tidak menguap. Mungkin diperlukan lebih dari satu wadah untuk perawatan awal dari satu set lengkap spesimen batang dan kubus.



4.7 Oven — Oven konfeksi dengan temperatur kontrol dipertahankan $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($95\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{F}$).

5 Pereaksi dan bahan

5.1 Kemurnian pereaksi — USP atau bahan kimia teknis dapat digunakan, setiap pereaksi yang digunakan memiliki kemurnian yang cukup tinggi untuk digunakan tanpa mengurangi keakuratan. Ketika pengujian dibuat yang diharapkan menghasilkan hasil yang mendekati nilai penerimaan-penolakan, maka disarankan menggunakan mutu pereaksi dengan kelas Pro Analysis (PA). Bahan kimia harus sesuai dengan ASTM dari *Committee on Analytical Reagents for the American Chemical Society*.

5.2 Kemurnian air — Kecuali dinyatakan lain, acuan untuk air dalam hal ini air pereaksi harus sesuai dengan Tipe IV pada ASTM D1193.

5.3 Natrium sulfat (Na_2SO_4) — Periksa kadar air dengan cara hilang pijar setiap kali larutan disiapkan. Setiap *anhydrous* atau natrium sulfat hidrat dapat digunakan jika kadar air garam diperiksa dengan cara hilang pijar dan koreksi untuk menjelaskan konsentrasi sulfat tertentu.

5.4 Larutan sulfat — Setiap liter larutan mengandung 50,0 g Na_2SO_4 dilarutkan dalam 900 mL air, dan encerkan dengan menambahkan air suling atau air deionisasi sampai 1,0 L. Aduk larutan sehari sebelum digunakan, tutup, dan simpan pada temperatur $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($73,5\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 3,5\text{ }^{\circ}\text{F}$). Tentukan pH larutan sebelum digunakan; buang larutan jika pH berada di luar interval 6,0 sampai 8,0. Jaga proporsi volume larutan sulfat untuk batang mortar dalam wadah penyimpanan pada $4,0 \pm 0,5$ volume larutan untuk 1 volume batang mortar. Untuk batang mortar dengan ukuran 25,4 mm x 25,4 mm x 285,75 mm (volume 184 mL) atau (1 in x 1 in x 11,25 in) (volume 11,25 in³), diperlukan 645 mL sampai 830 mL larutan per batang mortar dalam wadah penyimpanan. Untuk batang mortar dengan ukuran 25 mm x 25 mm x 285 mm (volume 178 mL), diperlukan 625 mL sampai 800 mL larutan per batang mortar dalam wadah penyimpanan.

5.5 Bahan-bahan:

5.5.1 Pasir standar bergradasi, seperti yang dipersyaratkan dalam ASTM C778.

5.5.2 Batang pengukur dari *stainless steel*, seperti yang dipersyaratkan dalam ASTM C490.

6 Bahaya

6.1 Peringatan — Campuran sementisius hidraulis segar adalah kaustik (berbahaya) dan dapat menyebabkan luka bakar pada kulit dan jaringan pada paparan yang berkepanjangan.

7 Persiapan mortar

7.1 Membuat mortar seperti yang dijelaskan dalam ASTM C109/C109M, yaitu, 1 bagian massa semen berbanding 2,75 bagian massa pasir. Gunakan perbandingan air-semen dalam berat 0,485 untuk seluruh semen portland yang tidak mengandung gelembung udara dan 0,460 untuk seluruh semen portland yang mengandung gelembung udara. Gunakan perbandingan air-semen dalam berat 0,485 untuk semen ASTM C595 atau ASTM C1157 (portland-pozolan (IP) atau semen portland-slag tanur tinggi (IS)) tanpa adanya pembentuk gelembung udara (*non-air-entraining*). Untuk campuran semen portland dengan pozolan



atau slag, gunakan perbandingan air-semen 0,485 untuk menghasilkan penyebaran adukan (*flow*) ± 5 dari mortar semen portland.

8 Cetakan spesimen dan wadah perawatan awal

8.1 Siapkan cetakan spesimen sesuai dengan persyaratan ASTM C490 kecuali permukaan dalam dari cetakan akan dilapisi dengan pelumas (*release agent*). Pelumas dapat digunakan jika tidak mempengaruhi pengikatan semen dan tanpa meninggalkan sisa apapun yang akan menghambat penetrasi air kedalam spesimen.

CATATAN 1 TFE-*fluorocarbontape* sesuai dengan persyaratan pelumas untuk cetakan.

8.2 Persiapan wadah perawatan:

8.2.1 Sebelum pencetakan spesimen uji, siapkan wadah perawatan awal dengan menempatkan *risers* di bawah wadah untuk meningkatkan cetakan di atas permukaan air. Isi wadah dengan air hangat pada temperatur $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($95\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{F}$), pastikan bahwa air tidak melebihi atas *risers*.

9 Prosedur

9.1 *Pencetakan dan perawatan awal spesimen* — Cetak batang uji sesuai dengan ASTM C157/C157M. Cetak kubus sesuai dengan ASTM C109/C109M. Satu set spesimen untuk satu uji produk sementisius terdiri dari 6 batang dan sampai 21 kubus (CATATAN 2). Segera setelah pencetakan tutup cetakan dengan pelat baja, kaca, atau plastik yang kaku, dan tempatkan cetakan dalam wadah perawatan di atas *risers*. Tutup wadah dengan kedap dan segel yang kedap untuk menghindari penguapan dan tempatkan wadah ke dalam oven pada temperatur $35\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 3\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($95\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{F}$) selama $23\frac{1}{2}\text{ jam} \pm 30\text{ menit}$. Pada $23\frac{1}{2}\text{ jam} \pm 30\text{ menit}$, pindahkan cetakan dari wadah dan spesimen dilepaskan.

CATATAN 2 Satu set kubus terdiri dari 21 kubus untuk diuji sesuai standar ini jika tidak tersedia informasi yang berarti tentang tingkat pengembangan kekuatan. Jika informasi tersedia (misalnya, dari penggunaan ASTM C917) yang akan membenarkan pembuatan kubus yang lebih sedikit, hanya untuk mengkonfirmasi mortar saat mencapai $20\text{ MPa} \pm 1\text{ MPa}$ [$3\text{ 000 psi} \pm 150\text{ psi}$].

9.2 *Perawatan lanjutan dan persiapan untuk uji* — Setelah dilepas dari cetakan, simpan seluruh batang dan kubus, kecuali dua yang akan diuji kekuatan tekannya, dalam tangki perawatan air kapur jenuh pada temperatur $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($73,5\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 3,5\text{ }^{\circ}\text{F}$). Setelah dilepaskan dari cetakan, spesimen didinginkan dengan ditutup kain lembap hingga temperatur lingkungan, lalu uji tekan kedua kubus sesuai dengan ASTM C109/C109M. Jika kekuatan rata-rata dua kubus 20 MPa (2.850 psi) atau lebih, amati dan rekam bacaan komparator sesuai dengan ASTM C490. Ukur perubahan panjang dan tempatkan seluruh batang dalam larutan sulfat. Jika tidak tercapai 20 MPa [2.850 psi], simpan kubus dan batang mortar yang telah dilepaskan dari cetakan kedalam tangki perawatan dan uji kubus tambahan (lihat CATATAN 3). Perkirakan dari dua kubus yang pertama jika kekuatan tekan minimal 20 MPa (2.850 psi) akan dicapai. Verifikasi perkiraan tersebut, dan pada waktu itu amati dan rekam bacaan komparator dan tempatkan seluruh batang dalam larutan sulfat (CATATAN 3). Pengukuran ini ditetapkan sebagai panjang awal. Temperatur penyimpanan dan temperatur uji harus $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($73,5\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 3,5\text{ }^{\circ}\text{F}$).

CATATAN 3 Jika nilai kekuatan pada umur 24 jam kurang dari 20 MPa (2.850 psi) dan pengujian tambahan pada hari yang sama tidak dimungkinkan, atau, tidak mungkin untuk menghasilkan nilai diatas 20 MPa (2.850 psi) dan kekuatan di atas 21 MPa (3.150 psi) ketika diuji awal keesokan harinya,



ini tidak perlu mencampur kembali. Jika dua kubus tidak memenuhi kekuatan yang diperlukan, lanjutkan perawatan kubus dan batang sesuai acuan dalam Pasal 9.2 dalam tangki perawatan air kapur jenuh pada temperatur $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ [$73,5\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 3,5\text{ }^{\circ}\text{F}$].

9.3 Penyimpanan batang uji selama paparan pada larutan uji — Tutup wadah batang dan larutan uji, dan segel untuk mencegah penguapan dari dalam, atau encerkan dengan air dari luar. (Lihat CATATAN 4). Temperatur penyimpanan dan temperatur uji harus $23,0\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2,0\text{ }^{\circ}\text{C}$ ($73,5\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 3,5\text{ }^{\circ}\text{F}$) (Lihat CATATAN 5).

CATATAN 4 *Gaffers tape* atau *duct tape* adalah jenis plester yang digunakan untuk menutup rapat wadah.

CATATAN 5 Ini adalah temperatur yang sama dan rentang temperatur seperti yang ditentukan untuk ruangan lembap pada ASTM C511.

9.4 Pengukuran perubahan panjang – Pada umur 1, 2, 3, 4, 8, 13, dan 15 minggu setelah batang ditempatkan dalam larutan sulfat, uji perubahan panjang dari batang menggunakan komparator untuk mengukur panjang sesuai dengan ASTM C490. Tinjau data pada umur 15 minggu. Buat pengukuran berikutnya pada umur 4, 6, 9, dan 12 bulan. Jika setiap saat laju perubahan antara pembacaan besar, masukkan pembacaan lainnya yang diperlukan untuk menjamin bahwa interval cukup pendek untuk mengijinkan pengamatan dan pelaporan sifat dari batang. Jika paparan kelas 3 diperlukan, ukur batang–batang pada umur 4, 6, 9, 12, 15, dan 18 bulan (CATATAN 6), sesuai dengan ACI C201-2R-01,

CATATAN 6 ACI C201-2R-01 memerlukan batas 18 bulan untuk kelas 3 paparan.

9.4.1 Rincian pengukuran perubahan panjang batang:

9.4.1.1 Bersihkan lubang pada dasar komparator dimana batang pengukur pada ujung bawah batang sesuai (lubang ini cenderung untuk mengumpulkan air dan pasir dan harus dibersihkan setelah setiap pembacaan). Baca dan catat indikasi komparator dari panjang batang acuan. Ambil satu batang dari perendaman, tandai ujung-ujungnya, tempatkan batang pada komparator, baca, dan catat indikasinya. Kembalikan batang kedalam perendaman dan bersihkan lubang pada dasar komparator. Ambil batang kedua dan lakukan dengan cara seperti diatas. Kembalikan batang kedua kedalam perendaman, pembacaan dicatat, dan bersihkan lubang pada dasar komparator. Lanjutkan prosedur sampai seluruh batang telah dibaca, kembalikan kedalam perendaman, dan catat pembacaan, bersihkan lubang pada komparator setiap prosedur dilakukan. Setelah pembacaan batang terakhir, bersihkan lubang pada dasar komparator, baca dan catat indikasi batang acuan.

9.4.1.2 Jika kekuatan mortar yang disyaratkan tercapai sesuai dengan Pasal 9.2, simpan batang dalam larutan sulfat segar. Pada pembacaan berikutnya untuk perubahan panjang, lanjutkan seperti yang diuraikan dalam Pasal 9.4.1.1; bersihkan soket pada dasar komparator sebelum pembacaan awal batang acuan dan setelah pembacaan setiap batang mortar. Catat pembacaan batang acuan dan batang mortar. Baca dan catat kembali batang acuan setelah pengukuran batang terakhir. Tandai hanya ujung-ujungnya saja (CATATAN 7). Kembalikan setiap batang ke dalam larutan sulfat setelah pembacaan. Buang larutan yang digunakan setelah pembacaan batang hanya pada interval standar 1, 2, 3, 4, 8, 13, dan 15 minggu dan 4, 6, 9, 12, 15, dan 18 bulan. Bilas wadah sekali dengan air, buang airnya dan tiriskan. Ganti pemegang batang dalam wadah, isi wadah dengan cukup larutan sulfat yang baru sampai batang terendam, dan amankan tutup pada wadah.

CATATAN 7 Tujuan pemberian tanda minimal pada ujung-ujung batang dan tidak memberi tanda pada batang adalah untuk menghindari pengeringan dan penyusutan batang. Hal ini telah diamati bahwa jika batang telah ditandai, dan batang ditempatkan di komparator dan *dial* dibaca, dan batang

kemudian dilap dengan kain kering yang lembut, maka penyusutan batang dapat diukur. Oleh karena itu, pengeringan harus diminimalkan.

9.4.2 Pemeriksaan spesimen setelah pengukuran perubahan panjang – Jika batang nampak berperilaku yang tidak biasa atau jika pengujian adalah bagian dari studi penelitian, uji spesimen terhadap tekuk dengan menempatkannya pada permukaan rata sehingga ujung-ujungnya melengkung ke bawah dan tekukan maksimum diukur. Catat retak (keadaan, lokasi, tipe); juga catat kondisi permukaan, corak, pancaran (*exudations*) (alami, ketebalan, tipe).

9.5 Toleransi waktu

Semua referensi pada Pasal 9.4 mempunyai toleransi ± 2 %.

10 Perhitungan

10.1 Perhitungan perubahan panjang pada beberapa umur sebagaimana Persamaan (1):

$$\Delta L = \frac{L_x - L_i}{L_g} \times 100 \quad (1)$$

Keterangan:

ΔL adalah perubahan panjang pada umur x , %;

L_x adalah pembacaan komparator spesimen pada umur x – pembacaan komparator batang acuan pada umur x ;

L_i adalah pembacaan awal spesimen pada komparator – pembacaan komparator batang acuan, pada waktu yang sama;

L_g adalah panjang nominal alat ukur, atau 250 mm [10 in.] seperti ditentukan. (Lihat ASTM C490).

10.2 Hitung nilai perubahan panjang untuk setiap batang dengan ketelitian 0,001 % dan laporkan rata-rata dengan ketelitian 0,01 %.

11 Laporan

11.1 Laporkan tipe semen, dan, jika digunakan campuran bahan, identifikasi dan jumlah dan apakah semen dan bahan campuran, jika digunakan, memenuhi standar yang berlaku. Laporkan pembacaan awal komparator setiap batang pada saat perendaman dalam larutan sulfat; ini adalah nilai dasar untuk perhitungan perubahan panjang. Laporkan perubahan panjang berikutnya dalam persen dari nilai dasar dengan ketelitian 0,001 % untuk batang individual dan dengan ketelitian 0,01 % untuk rata-rata. Komentar kondisi visual batang pada akhir pengujian. Laporkan perubahan panjang rata-rata dari batang pada umur uji tertentu, laporkan jumlah batang (n), deviasi standar perubahan panjang, dan koefisien variasi perubahan panjang. Sedikitnya data dari tiga batang harus tersedia pada umur uji berapa pun merupakan sebuah uji yang valid pada umur uji tersebut. Tergantung pada berapa banyak spesimen yang tersisa di sana, rentang maksimum yang diperbolehkan dari nilai-nilai perubahan panjang tidak boleh melebihi nilai-nilai perubahan panjang dalam persen seperti pada Tabel 1.



Tabel 1 – Rentang nilai maksimum yang diperbolehkan

Jumlah yang Tersisa dari Spesimen	Semen Campuran	Semen Portland
3	0,034	0,010
4	0,037	0,011
5	0,039	0,012
6	0,041	0,012

11.2 Laporkan setiap variasi uraian prosedur dalam uji ini seperti hubungannya dengan komposisi larutan, konsentrasi, atau temperatur, proporsi campuran mortar, umur, atau kematangan, dan sebagainya.

12 Presisi dan Bias

12.1 Presisi dari metode uji ini telah dievaluasi dengan cara pengujian bersama dan ditemukan variasi tipe semen yang dipelajari, dengan pernyataan ketelitian diberikan secara terpisah.

12.1.1 Semen campuran - Deviasi standar satu operator 0,010 % untuk ekspansi antara 0,04 % dan 0,07 %. Oleh karena itu, hasil dari dua pengujian yang dilakukan dengan benar oleh operator yang sama pada semen campuran yang sama Tipe IP atau IS, harus tidak berbeda satu dengan yang lainnya lebih dari 0,028 %. Deviasi standar multi-laboratorium harus 0,020 % untuk ekspansi antara 0,04 %, dan 0,07 %. Oleh karena itu, hasil dari dua pengujian yang dilakukan dengan benar pada semen campuran yang sama Tipe IP atau IS pada dua laboratorium yang berbeda, harus tidak berbeda satu dengan yang lainnya lebih dari 0,056 %.

12.1.2 Semen tipe II - Deviasi standar satu operator 0,005 %, untuk ekspansi antara 0,04 % dan 0,07 %. Oleh karena itu, hasil dari dua pengujian yang dilakukan dengan benar oleh operator yang sama pada semen yang sama, harus tidak berbeda satu dengan yang lainnya lebih dari 0,014 %. Deviasi standar multi-laboratorium 0,020 % untuk ekspansi antara 0,04 % dan 0,07 %. Oleh karena itu, hasil dari dua pengujian yang dilakukan dengan benar pada semen yang sama pada dua laboratorium yang berbeda, harus tidak berbeda satu dengan yang lainnya lebih dari 0,056 %.

12.1.3 Semen tipe V - Deviasi standar satu operator 0,003 % untuk ekspansi antara 0,04 % dan 0,07 %. Oleh karena itu, hasil dari dua pengujian yang dilakukan dengan benar oleh operator yang sama pada semen yang sama, harus tidak berbeda satu dengan yang lainnya lebih dari 0,009 %. Deviasi standar multi-laboratorium 0,010 % untuk ekspansi antara 0,04 % dan 0,07 %. Oleh karena itu, hasil dari dua pengujian yang dilakukan dengan benar pada semen yang sama pada dua laboratorium yang berbeda harus tidak berbeda satu dengan yang lainnya lebih dari 0,028 %.

12.2 Penyimpangan - Karena tidak ada bahan referensi yang sesuai untuk menentukan penyimpangan prosedur pada metode uji ini, maka tidak dibuat pernyataan penyimpangan.

13 Kata kunci

13.1 penerimaan; ekspansi; abu terbang; mortar; pozolan; ketelitian; laporan temuan; slag; serangan sulfat; semen tahan sulfat; pengujian.

Lampiran A1 (normatif) Penentuan kadar air natrium sulfat

A1.1 Peralatan

A1.1.1 Wadah porselen tahan panas, 15 mL.

A1.1.2 Oven, pengering mampu mempertahankan temperatur $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$.

A1.1.3 Desikator, dengan desikan yang baik, seperti magnesium perchlorate, atau alumina aktif. Kalsium sulfat diperlakukan dengan menunjukkan indikator perubahan warna ketika telah kehilangan efektivitas.

A1.1.4 Timbangan seperti dijelaskan dalam Pasal 4 dari Metode Uji ASTM C114.

A1.2 Penentuan kadar air

A1.2 Tentukan massa kira-kira 1 g natrium sulfat dalam sebuah wadah porselen tahan panas yang telah diketahui beratnya mendekati 0,0001 g. Keringkan wadah dan isinya selama $1\text{ jam} \pm 0,25\text{ jam}$ dalam oven pada temperatur $110\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ [$230\text{ }^{\circ}\text{F} \pm 10\text{ }^{\circ}\text{F}$]. Pindahkan wadah dan isinya dari oven dan dinginkan dalam desikator sampai mencapai temperatur ruangan. (Lihat CATATAN A1.1). Catat massa wadah dan natrium sulfat setelah pemanasan.

CATATAN A1.1 Biasanya cukup 15 – 30 menit. Gelas piala kecil Pyrex dapat digunakan sepanjang massa secara akurat dapat ditimbang (piala gelas 50 mL).

A1.3 Perhitungan

A1.3 Perhitungan kadar air natrium sulfat dengan ketelitian 0,1 % melalui Persamaan (A.1.1):

$$\% \text{ W/C} = \frac{(M_i - M_f) \times 100}{M_{ss}} \quad (\text{A1.1})$$

Keterangan:

$\% \text{ W/C}$ adalah kadar air, % ;

M_i adalah massa natrium sulfat + wadah sebelum pemanasan, g ;

M_f adalah massa natrium sulfat + wadah setelah pemanasan, g ;

M_{ss} adalah massa natrium sulfat sebelum pemanasan, g .

Gunakan persen kadar air untuk mengoreksi massa natrium sulfat yang digunakan pada Pasal 5.4 (lihat CATATAN A1.2).

CATATAN A1.2 Contoh: Kadar air ditentukan 5,0 %. Maka, massa natrium sulfat anhydrous yang terkoreksi menjadi sebagaimana Persamaan (A.1.2); Persamaan (A.1.3), Persamaan (A.1.4):

$$\frac{\text{Massa natrium sulfat yang tidak dikoreksi} \times (100 - \% \text{ kadar air})}{100} \quad (\text{A1.2})$$

atau:

$$\frac{50 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times \text{H}_2\text{O} \times (100 - 5)}{100} = 47,5 \text{ g}$$

(A1.3)

atau kebalikannya:

$$\frac{50 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times 100}{(100 - 5)} = 52,6 \text{ g Na}_2\text{SO}_4 \times \text{H}_2\text{O}$$

(A1.4)



Lampiran X1
(informatif)
Latar belakang teknis

X1.1 ASTM C1012 dikembangkan untuk mengeksplorasi kesesuaian dari metode uji ketahanan terhadap sulfat berdasarkan pada pengukuran perubahan panjang dari prisma cetak yang direndam dalam larutan sulfat. Pendekatan ini diambil setelah dibuktikan bahwa Metode Uji ASTM C452, dimana sulfat ditambahkan pada mortar saat dicampur, dan prisma disimpan dalam air segar, tidak dibenarkan untuk mengevaluasi ketahanan sulfat dari semen campuran dan semen portland campuran dengan pozolan atau slag.

X1.2 Metode uji ini telah melalui dua program pengujian bersama. Program pertama melibatkan lima jenis semen (Tipe I, II, dan V dari ASTM C150, dan Tipe IS dan IP dari ASTM C595). Larutan uji mengandung baik natrium sulfat maupun magnesium sulfat, masing-masing dalam jumlah 0,176 mol/L. Laporan pekerjaan ini tersedia. Tulisan yang memberikan hasil dengan menggunakan metode uji ini telah diterbitkan (1). Program kedua melibatkan delapan campuran menggunakan semen Tipe I dan Tipe II dengan slag 50 % dan slag 70 %, 25 % abu terbang kelas F, dan 35 % abu terbang kelas C (ASTM C618). Dua larutan uji yang digunakan: satu mengandung 0,303 mol/L natrium sulfat dan 0,049 % magnesium sulfat; yang lainnya hanya mengandung 0,352 mol/L, natrium sulfat.

X1.3 Metode uji ini melibatkan perubahan panjang batang mortar semen-hidraulis yang direndam dalam larutan sulfat. Batang-batang mortar ditempatkan dalam larutan sulfat setelah kubus mortar mencapai kekuatan tekan $20,0 \text{ MPa} \pm 1,0 \text{ MPa}$ [$3.000 \pm 150 \text{ psi}$]. Usahakan untuk menggunakan Metode Uji ASTM C452 untuk semen campuran dan semen portland campuran dan slag (ASTM C989) atau pozolan (ASTM C618) dengan semen portland gagal mencapai hasil yang berkorelasi dengan pengujian lapangan dan laboratorium dimana mortar atau beton dikembangkan pada beberapa umur uji sebelum terpapar larutan sulfat (2). Karena beberapa semen campuran dan beberapa campuran slag dan pozolan dengan semen portland telah berhasil digunakan dimana diperlukan ketahanan terhadap sulfat, semua diuji dalam keadaan yang memungkinkan berdasarkan perbandingan hasil yang diperoleh ketika seluruh sulfat mulai dipaparkan pada kekuatan yang ekuivalen, dalam prakteknya, hal ini mungkin seperti beton yang kekuatannya sama ketika serangan sulfat tidak memperhatikan tipe medium sementisius yang digunakan. Metode uji ini juga dapat digunakan dalam mengevaluasi semen portland.

X1.4 Larutan 0,176 mol/L, masing-masing dari dua sulfat (magnesium dan natrium) diteliti dalam program pengujian bersama yang pertama, diyakini akan mempengaruhi campuran atau semen campuran yang mengandung slag, akibat dari serangan ion magnesium (3,4), serangan ini tidak berkaitan dengan serangan sulfat. Oleh karena itu, larutan ini harus tidak digunakan untuk mengevaluasi sistem kecuali mereka terpapar dalam pelayanan serangan dimana ion magnesium (Mg^{++}) ada dalam jumlah mendekati larutan uji (4.200 ppm).

X1.5 Metode uji ini tidak mensimulasikan mekanisme serangan sulfat oleh larutan dari komposisi sulfat selain dari yang digunakan. Jika evaluasi perilaku akibat paparan larutan sulfat yang diinginkan, maka larutan tersebut harus digunakan.

X1.6 Pengguna dapat memodifikasi metode uji ini untuk menggunakan beberapa komposisi yang relevan atau konsentrasi larutan agresif, umur uji lainnya atau derajat kematangan sebagai dasar permulaan paparan, mortar dari proporsi yang berbeda, atau cara penilaian tambahan atau berbeda tentang pengaruh larutan agresif pada spesimen. Banyak pekerjaan telah dilakukan dengan menggunakan batang mortar dengan kekuatan

lebih rendah (porositas lebih tinggi) pada pengujian bersama yang diselenggarakan oleh *Committee C01* (5-7). Prosedur dimana natrium sulfat diusulkan untuk disimpan pada keasaman konstan (8). Metode lain untuk menilai pengaruh larutan agresif yang telah digunakan atau diusulkan, yaitu (a) perubahan pulse velocity (ASTM C597), (b) perubahan frekuensi resonansi (ASTM C215), (c) perubahan kekuatan tekan (ASTM C109/C109M dan C349), (d) perubahan kekuatan lentur (ASTM C348), (e) perubahan massa, dan (f) perubahan kekerasan (ASTM E18).

X1.7 Pekerjaan dilaporkan oleh Polivka dan Brown (9) pada tahun 1958 dan oleh Metha dan Polivka pada tahun 1975 (10) termasuk uji beton yang terpapar larutan sulfat campuran yang mengandung masing-masing 5 % natrium sulfat dan magnesium sulfat. Pekerjaan lainnya yang relevan dikutip dalam referensi (1-19).

X1.8 Program pengujian bersama yang kedua menggunakan baik larutan natrium/magnesium sulfat campuran maupun larutan natrium sulfat. Ketelitian hasil dan tipe semen tidak berbeda diantara larutan. Maka, untuk pengujian sederhana, menggunakan larutan natrium sulfat, dipilih sebagai standar.

X1.9 Ketelitian dan penyimpangan pada Robin 2012 menggunakan wadah perawatan. (Lihat Pasal 8.2).

X1.9.1 Ketelitian metode uji ini berdasarkan pada studi antar laboratorium yang dilakukan tahun 2012. Sepuluh laboratorium berpartisipasi dalam studi, menguji satu jenis bahan. Setiap analis diperintah untuk melaporkan hasil uji tiga kali dalam studi ini. Praktek E691 diikuti untuk desain studi; rincian diberikan dalam RR:C01-1012.

X1.9.1.1 *Batas pengulangan, r* – Dua hasil uji yang diperoleh dalam satu laboratorium harus dinilai tidak ekuivalen jika mereka berbeda lebih dari nilai r untuk bahan tersebut; r adalah interval mewakili perbedaan penting antara dua hasil uji untuk menggambarkan yang sama, diperoleh oleh operator yang sama menggunakan peralatan yang sama pada hari yang sama dalam laboratorium yang sama.

(a) Batas pengulangan terdapat dalam Tabel X1.1 dan Tabel X1.2.

X1.9.1.2 *Batas reproduktivitas, R* – Dua hasil uji akan dinilai tidak ekuivalen jika mereka berbeda lebih dari nilai R untuk bahan tersebut; R adalah interval mewakili perbedaan penting antara dua hasil uji untuk menggambarkan yang sama, diperoleh oleh operator yang berbeda menggunakan peralatan berbeda dalam laboratorium berbeda.

(a) Batas reproduktivitas terdapat dalam Tabel X1.1 dan Tabel X1.2.

X1.9.1.3 Istilah di atas (batas pengulangan dan batas reproduktivitas) digunakan secara khusus dalam Praktek ASTM E177.

X1.9.1.4 Setiap penilaian sesuai dengan Pasal X1.9.1.1 dan X1.9.1.2 akan memiliki perkiraan kemungkinan 95 % benar.

X1.9.2 Pernyataan ketelitian ini ditentukan dengan pengujian statistik 100 hasil uji, dari sepuluh laboratorium, pada satu jenis bahan.

X1.9.3 *Penyimpangan* – Pada saat studi, tidak ada bahan acuan yang sesuai dapat diterima untuk menentukan penyimpangan metode uji ini, oleh karena itu tidak ada pernyataan penyimpangan yang dibuat.

Tabel X1.1 – Metode A standar ini (metode rendaman air hangat) – 26 minggu

Bahan	Rata-rata ^A \bar{X}	Standar Deviasi Pengulangan S_r	Standar Deviasi Reproduktivitas S_R	Batas Pengulangan R	Batas Reproduktivitas R
Semen C	0,03732	0,00594	0,01057	0,01662	0,02959

^ARata-rata laboratorium dihitung rata-rata

Tabel X1.2 – Metode B (wadah perawatan) – 26 minggu

Bahan	Rata-rata ^A \bar{X}	Standar Deviasi Pengulangan S_r	Standar Deviasi Reproduktivitas S_R	Batas Pengulangan r	Batas Reproduktivitas R
Semen C	0,03795	0,00341	0,00970	0,00955	0,02716

^ARata-rata laboratorium dihitung rata-rata.

Bibliografi

- (1) Rosperl, J.C., Chehovits, J.G., and Wharburton, R.G. "Sulfate Resistance of Mortars Using Fly Ash as a Partial Replacement for Portland Cement", *Proceedings, Sixth International Conference on Utilization of Fly Ash*, Reno, March 1982.
- (2) Mather, Bryant, "Laboratory Tests of Portland Blast-Furnace Slag Cements", *Journal of the American Concrete Institute, Proceedings*, Vol 54, 1957, pp 205-232.
- (3) Biczok, I., "Concrete Corrosion, Concrete Protection", Chemical Publishing Company, New York, 1967, p 178.
- (4) Miller, D.G., and Snyder, C.G., "Report on Comparative Short-Time Tests for Sulfate Resistance of 121 Commercial Cements", *Report of Committee C-1 on Cement, Appendix III, Proceedings, ASTM*, Vol 45, 1945, pp 165-194.
- (5) Wolochow, D., "Determination of the Sulfate Resistance of Portland Cement", *Report of Committee C-1 on Cement, Appendix, Proceedings, ASTM*, Vol 52, 1952, pp 250-363.
- (6) Wolochow, D., "A Lean Mortar Bar Expansion Test for Sulfate Resistance of Portland Cements", *Appendix A, Proceedings, ASTM*, Vol 52, 1952, pp. 264 – 265.
- (7) Mather, Katharine, "Tests and Evaluation of Portland and Blended Cements for Resistance to Sulfate Attack", *ASTM STP 663*, 1978, pp 74 -86.
- (8) Mehta, P.K., "Evaluation of Sulfate-Resisting Cements by a New Test Method", *Proceedings of the American Concrete Institute*, Vol 72, Oct 1975, pp 573 – 575.
- (9) Polivka, M., and Brown, E.H., "Influence of Various Factors on Sulfate Resistance of Concretes Containing Pozzolan", *Proceedings, ASTM*, Vol 58, 1958, pp 1077 – 1100.
- (10) Mehta, P.K., and Polivka, M., "Sulfate Resistance of Expansive Cement Concretes", *American Concrete Inst SP-47*, 1975, pp 367 – 379.
- (11) Regourd, M., "The Action of Sea Water on Cements", *Annales de L'Institut Technique du Batiment et des Travaux Publics*, Vol 329, 1975, pp 86 – 102.
- (12) Mehta, P.K., and Haynes, H.H., "Durability of Concrete in Sea Water", *Proceedings of the American Society for Civil Engineers*, Vol 101, No. ST 8, 1975, pp 1679 – 1686.
- (13) Campus, F., "Essais de Resistance des Mortiers et Betons a la Mer (1934 – 1964)", *Silicates Industriel*, Vol 28, 1963, pp 79 – 88.
- (14) Bakker, R., "On the Cause of Increased Resistance of Concrete Made From Blast Furnace Cement to the Alkali Silica Reaction and to Sulfate Corrosion", (English Translation of Doctoral Thesis at RWTH 1980), Maastricht, 1981, 144 pp.
- (15) Miller, D.G., and Manson, P.W., "Tests of 106 Commercial Cements for Sulfate Resistance", *Proceedings, ASTM*, Vol 40, 1940, pp 988 – 1001.
- (16) Lea, F. M., *The Chemistry of Cement and Concrete*, Third Edition, Chemical Publishing Co., Inc., New York, NY, 1970, pp 727.
- (17) Brown, P. W., "An Evaluation of the Sulfate Resistance of Cements in a Controlled Environment," *Cement and Concrete Research*. Vol 11, 1981, pp 719–727.
- (18) Patzias, Terry, "Evaluation of Sulfate Resistance of Hydraulic- Cement Mortars by the ASTM C1012 Test Method. Concrete Durability, Katharine and Bryant Mather International Conference, American Concrete Institute SP-100, Vol 2, 1987, pp 2103– 2120.
- (19) Patzias, T., "The Development of ASTM C1012 with Recommended Acceptance Limits for Sulfate Resistance of Hydraulic Cement," *Cement, Concrete, and Aggregates, CCA GDP*, Vol 13, No. 1, Summer 1991, pp. 50–57.



Informasi pendukung terkait perumus standar

[1] Komtek/SubKomtek perumus SNI

Sub Komite Teknis 91-01-S4, *Subkomite Teknis Bahan, Sain, Struktur dan Konstruksi Bangunan*

[2] Susunan keanggotaan Komtek perumus SNI

Ketua : Prof. Dr. Ir. Arief Sabaruddin, CES
 Sekretaris : Dany Cahyadi, ST, MT
 Anggota :
 1. Ir. Lutfi Faizal
 2. Ir. RG Eko Djuli Sasongko, MM
 3. Prof. Dr. Ir. Suprpto, M.Sc, FPE, IPM
 4. Dr.Ir. Johannes Adhijoso Tjondro, M.Eng
 5. Ir. Asriwiyanti Desiani, MT
 6. Ir. Felisia Simarmata
 7. Ir. Suradjin Sutjipto, MS
 8. Dr. Ir. Hari Nugraha Nurjaman
 9. Prof. Bambang Suryoatmono

CATATAN:

Susunan keanggotaan Sub Komtek 91-01-S4 diatas adalah pada saat Standar ini ditetapkan. Anggota Komtek yang juga turut menyusun sebelum perubahan keanggotaan pada bulan Oktober 2015, adalah:

1. DR. Ir. Anita Firmanti, MT (Ketua)
2. Cecep Bakheri (Sekretaris)
3. Prof. Ir. Adang Surahman, M.Sc, Ph.D

[3] Konseptor rancangan SNI

Nama	Lembaga
Ir. Andriati Amir Husin, M.Si, APU	Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman
Ir. Aventi, M.T.	Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman
Lasino, S.T, APU	Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman
Ir. Bambang Sugiharto, M.T.	Pusat Litbang Perumahan dan Permukiman

[4] Sekretariat pengelola Komtek perumus SNI

Pusat Penelitian dan Pengembangan Perumahan dan Permukiman, Badan Penelitian dan Pengembangan Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.